

# Motors box collegamenti

Massimo Martello

2025

## Contents

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>IRIS Motors box - MTBX</b>	<b>2</b>
2.1	Sezione 1 . . . . .	3
2.1.1	Ingressi Modulo DI-160 . . . . .	5
2.1.2	Uscite Modulo TO-127 . . . . .	6
2.2	Sezione 2 . . . . .	6
2.3	Sezione 3 . . . . .	7
2.4	Front Panel . . . . .	9
2.5	Back Panel . . . . .	10

## 1 Introduzione

Con questo documento si intende fornire una panoramica dei principali componenti presenti all'interno della MTBX di controllo dell'esperimento IRIS, evidenziando i relativi collegamenti elettrici e funzionali. L'obiettivo è offrire una visione d'insieme utile sia per la comprensione del sistema che per eventuali interventi di manutenzione o modifica. Si auspica di poter allegare uno schema elettrico esplicativo, che possa contribuire a rendere più chiara l'organizzazione e l'interconnessione dei vari elementi descritti.

## 2 IRIS Motors box - MTBX

La MTBX è essenzialmente un contenitore (box) che racchiude i componenti elettronici necessari per ricevere segnali provenienti dal campo e per comandare in modo appropriato motori e attuatori. Il box verrà alloggiato all'interno di un armadio rack posizionato in prossimità dell'esperimento IRIS.

Si ricorda che la realizzazione della box è avvenuta interamente in sede, presso INFN - LNL, e curata direttamente dall'autore. Pertanto, pur essendo pienamente funzionale, il sistema potrebbe non rappresentare la soluzione più ottimale.

Tutti i componenti elettronici sono stati installati in un rack standard 19" da 4U, rappresentata in figura 1. La decisione di adottare una box di questo tipo è stata presa in funzione della posizione finale di installazione, dei componenti hardware previsti e della loro disposizione interna.



Figure 1: Rack 4U RS PRO 665-7722

Una vista dall'alto del contenuto interno della MTBX è mostrata in figura 2. Come si può osservare, lo spazio disponibile all'interno della box è stato completamente occupato e sfruttato. In un'ottica di future espansioni o modifiche, potrebbe aver senso la valutazione di trasferire tutto il contenuto presente nell'attuale box in una più grande che sia in grado di offrire maggiore flessibilità e ordine.

Il layout interno del box è suddiviso in tre sezioni funzionali:

- **Sezione 1:** dedicata ai moduli PLC e a un circuito montato su breadboard.
- **Sezione 2 (centrale):** ospita vari relay, due alimentatori e una breadboard sulla quale sono presenti alcuni condensatori.
- **Sezione 3:** riservata ai morsetti, utilizzati per la distribuzione della tensione ai diversi componenti del sistema.

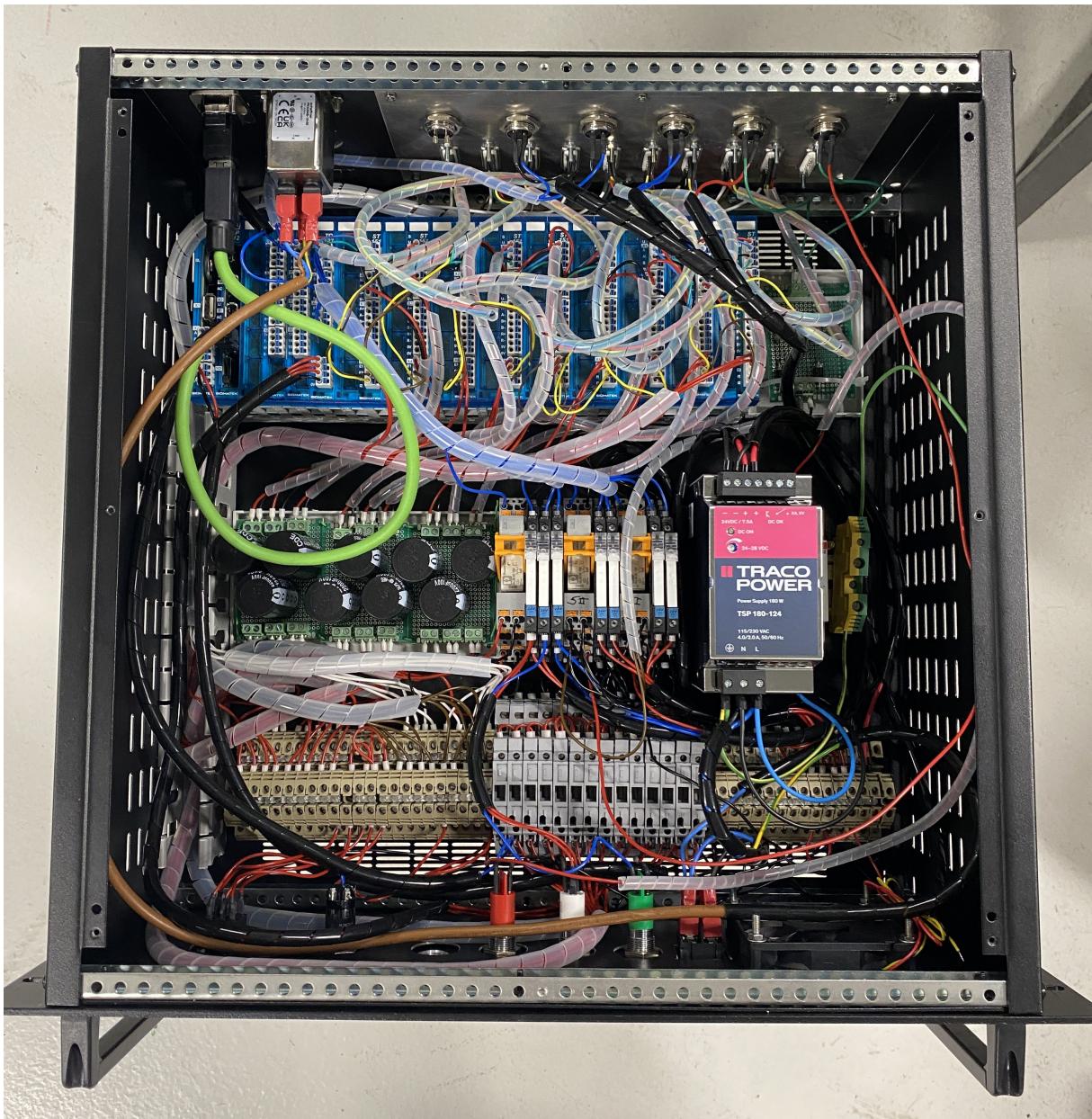


Figure 2: Vista dall’alto dell’interno della MTBX con le tre sezioni principali

## 2.1 Sezione 1

In figura 3 sono evidenziati i componenti presenti nella Sezione 1. In particolare, procedendo da sinistra verso destra, si possono distinguere 12 moduli PLC della Sigmatek, ovvero:

- 1 Modulo CPU CP-112
- 1 Modulo Digital Input DI-160
- 1 Modulo Digital Output TO-127
- 1 Modulo Analog Input
- 9 Moduli Stepper Motor ST-151

Infine, è presente un circuito *homemade*, realizzato su basetta millefori, sul quale sono stati saldati diodi e resistenze. Questo circuito comprende due sezioni distinte, ciascuna dedicata al controllo di un solenoide, come illustrato in figura 5.

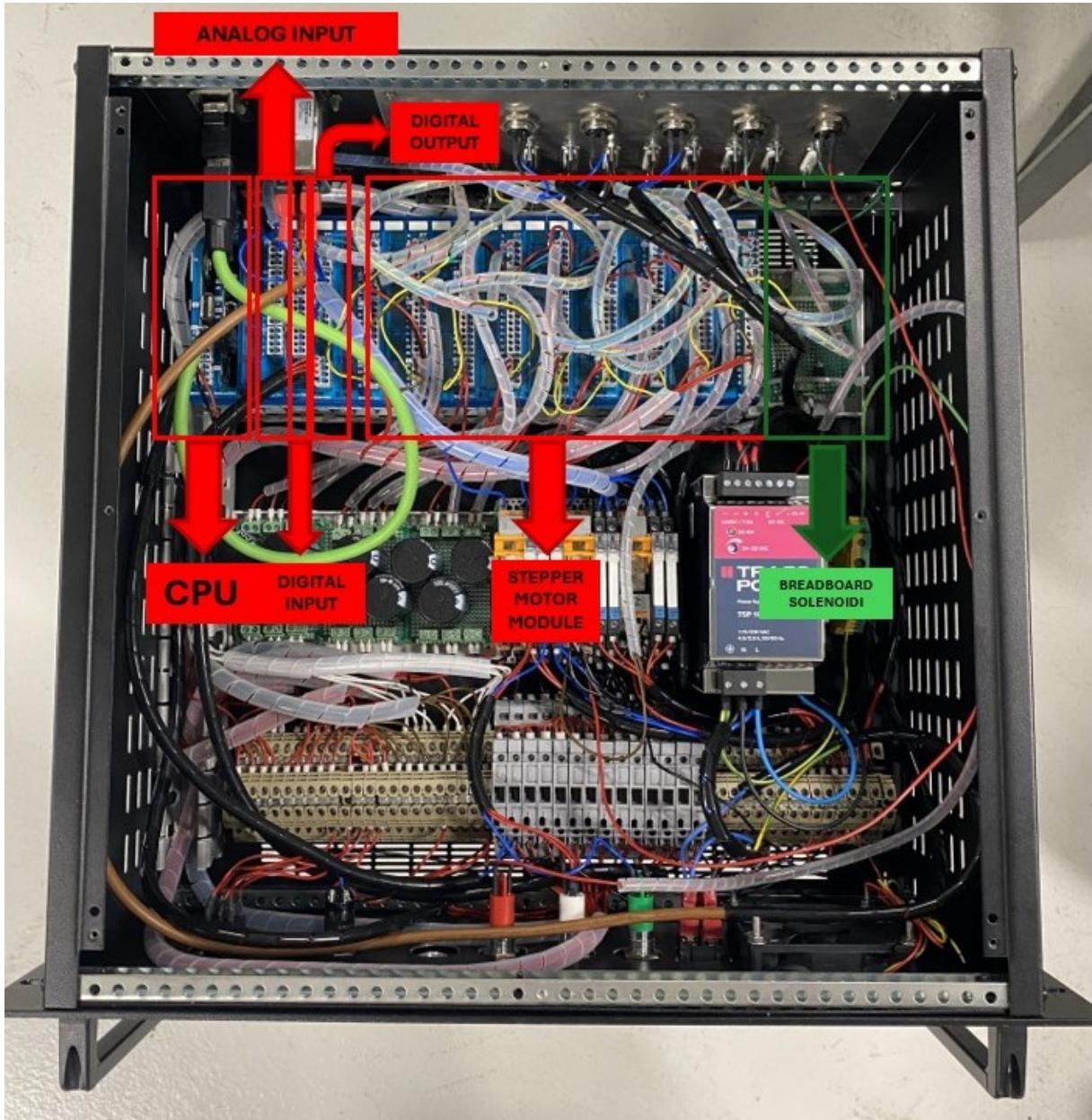


Figure 3: Sezione 1

Il circuito consente il comando degli attuatori, che in questo caso sono solenoidi dotati di una bobina interna. A seconda della polarità con cui viene alimentata la bobina, si genera un campo magnetico che muove un pistoncino verso l'esterno o verso l'interno, permettendo così il controllo meccanico richiesto dal sistema.

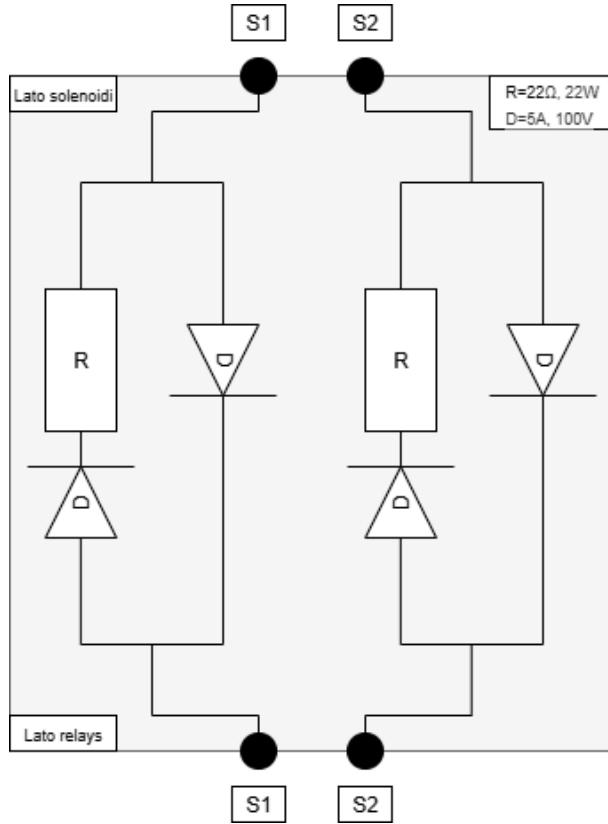


Figure 4: Circuito pilotaggio solenoidi

### 2.1.1 Ingressi Modulo DI-160

Il modulo DI-160 è un modulo di ingresso digitale in grado di ricevere segnali in tensione a 24 V. In tabella 1 sono elencati i canali di ingresso disponibili, con la relativa descrizione della loro funzione.

#Input	Descrizione
1	Acknoledgment MPS
3	Pulsante Reset

Table 1: Tabella digital input Di-160

### 2.1.2 Uscite Modulo TO-127

Il modulo TO-127 è un'unità di uscita digitale capace di fornire segnali in tensione a +24 V verso l'esterno. In tabella 2 sono riportate le uscite digitali disponibili e la relativa destinazione, ovvero i dispositivi o le funzioni a cui ciascuna uscita è collegata.

#Output	Descrizione
1	Relè attuatore 1
2	Relè attuatore 1
3	Relè attuatore 1
4	Comando spegnimento rack 12V
5	Relè attuatore 2
6	Relè attuatore 2
7	Relè attuatore 2
8	Indicatore LED rosso
9	MPS Request
10	Indicatore LED verde
11	Indicatore LED arancione
12	Relay alimentazione motore camera

Table 2: Tabella digital output TO-127

## 2.2 Sezione 2

Anche la Sezione 2 può essere suddivisa in tre blocchi funzionali distinti, figura 6.

Nel **primo blocco** è presente un circuito artigianale realizzato su basetta millefori, sul quale sono stati saldati nove condensatori elettrolitici da 2,2 mF (2 200 µF) con tensione nominale di 100 V. L'utilizzo di questi condensatori è reso necessario dalle specifiche tecniche riportate nel datasheet dei moduli ST-151 della Sigmatek. I condensatori sono collegati in parallelo ai terminali di alimentazione del motore al fine di contenere il ripple di tensione entro i limiti accettabili richiesti dalla documentazione tecnica del modulo.

Il **blocco centrale** è invece costituito da relay di tipo DPDT e SPDT, utilizzati per comandare:

- 2 solenoidi
- Richiesta all'MPS di disaccoppiamento della camera
- Accensione e spegnimento del rack di alimentazione 12V
- Accensione e spegnimento indicatori LED

I vari relay sono organizzati in gruppi, a seconda dei componenti a cui sono collegati. Procedendo da sinistra verso destra, si distinguono:

- 1 realy DPDT utilizzato per disconnettere l'alimentazione del motore che accoppia la camera quando questo viene richiesto, per motivi di sicurezza, da parte dell'MPS.
- 2 relay SPDT per gli indicatori LED.
- 2 gruppi formati da:
  - 1 relay DPDT
  - 2 relay SPDT

Ogni gruppo è configurato per fornire ai due solenoidi gradini di tensione con polarità opposta, in combinazione con il circuito artigianale descritto nella Sezione 1. In figura 5 è riportato uno schema di collegamento che mostra l'interazione tra i solenoidi, i relay e il circuito sopracitato.

Infine, il **terzo blocco** è costituito da un alimentatore da 24 V – 180 W, il quale fornisce alimentazione a tutti i moduli PLC, alla scheda degli alimentatori, ai relay e, indirettamente, ai solenoidi. È inoltre presente un alimentatore secondario da 24 V – 10 W, dedicato all'alimentazione dei finecorsa (*limit switches* – LS) presenti all'interno dell'esperimento IRIS, nonché agli ingressi ST0 dei moduli ST-151.

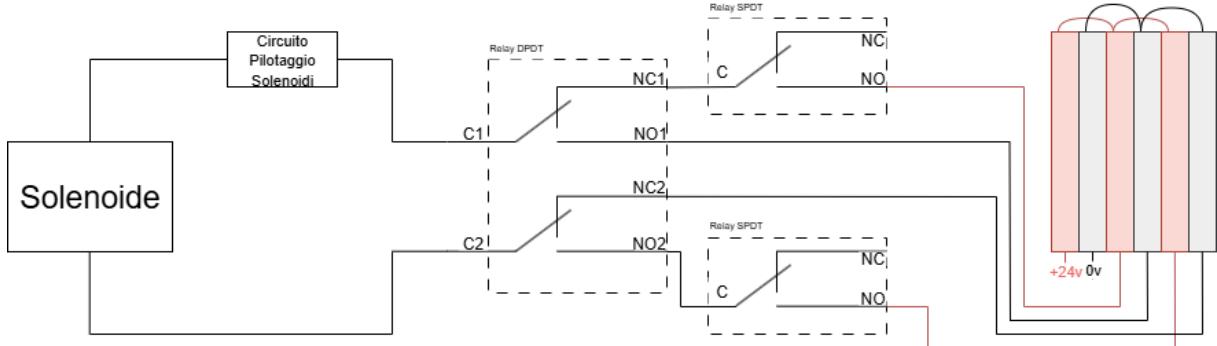


Figure 5: Schema di collegamento realy solenoidi

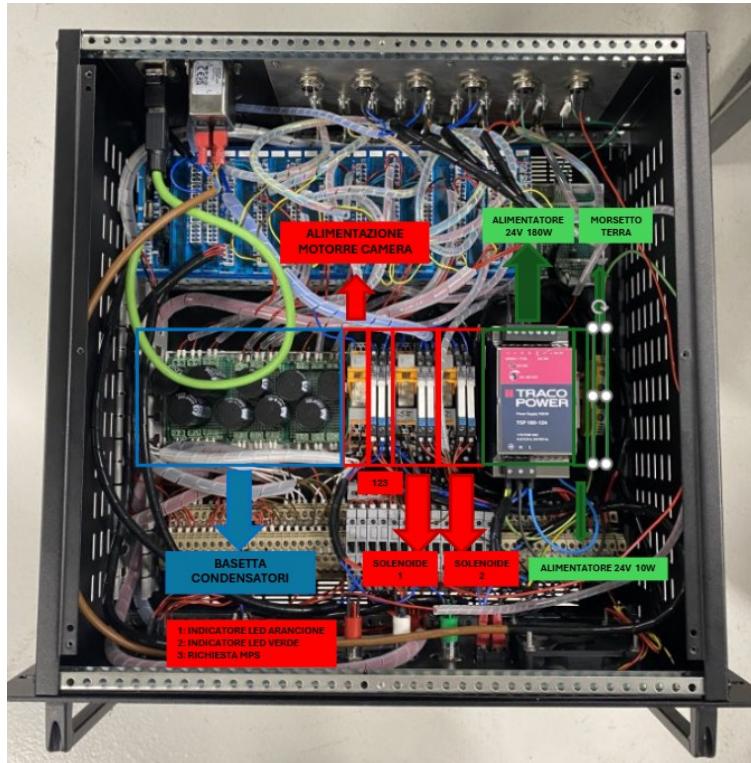


Figure 6: Sezione 2

### 2.3 Sezione 3

Questa sezione, figura 7, è dedicata ai diversi tipi di morsetti utilizzati per distribuire l'alimentazione a tutti i componenti hardware presenti all'interno della MTBX. Anche questa sezione può essere suddivisa in tre sotto-parti principali:

- **9 morsetti a due livelli** dedicati alla distribuzione dei segnali ST0 per i moduli ST-151.
- **9 morsetti a due livelli** dedicati ai vari finecorsa (*limit switches* – LS) presenti all'interno della MTBX.

La tensione per questi segnali non è fornita direttamente dai moduli Sigmatek, in quanto non è disponibile un'uscita dedicata a tale funzione. Per questo motivo viene utilizzato un alimentatore secondario da 24 V – 10 W.

La scelta di adottare alimentatori separati, uno per i finecorsa e uno per alimentare i motori è dettata da un problema riscontrato durante la fase di *commissioning*, in cui si è verificato il l'elevato surriscaldamento di un cavo. Inizialmente, tutti i morsetti erano alimentati dall'alimentatore principale (24 V – 480 W) che in caso di malfunzionamento può comportare rischi significativi, specialmente se sono presenti cavi con sezione insufficiente (esempio cavi da 0,2 mm<sup>2</sup>) o a saldature non ottimali

sui connettori.

Utilizzando un alimentatore da 10 W, eventuali anomalie dovrebbero comportare un rischio molto più contenuto, riducendo la possibilità di surriscaldamenti o danni.

- **14 morsetti a due livelli**, di cui 1 livello con fusibile integrato, dedicati all'alimentazione dei moduli PLC e agli ingressi del circuito dei condensatori.  
L'impiego di morsetti con fusibile integrato è stato adottato per garantire un adeguato livello di sicurezza, proteggendo i moduli da possibili cortocircuiti o sovraccarichi elettrici.
- **Morsetti a due livelli** dedicati all'alimentazione dei relay e della ventola installata sul *front panel*.

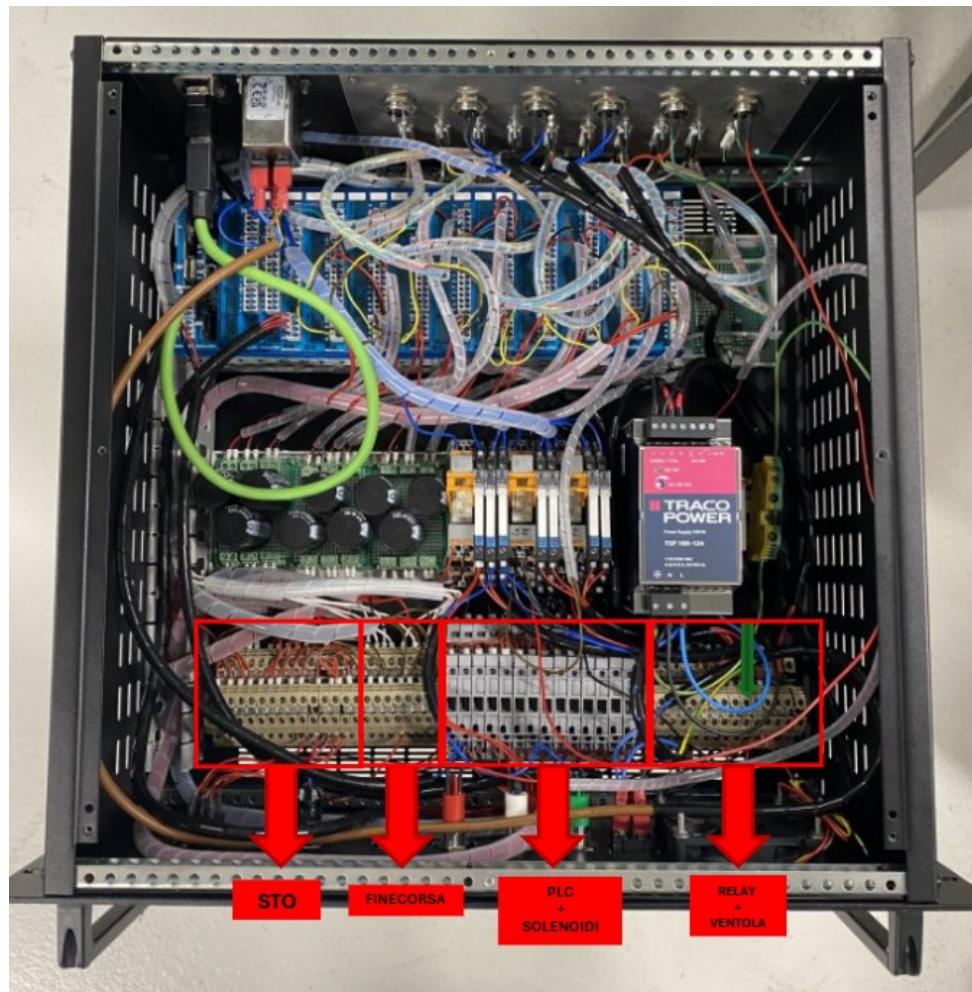


Figure 7: Sezione 3

## 2.4 Front Panel

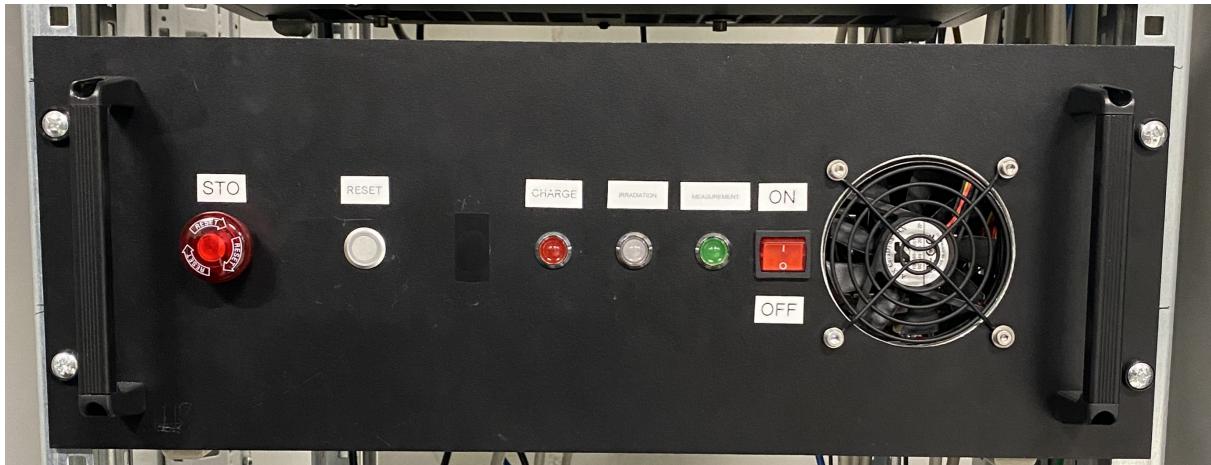


Figure 8: Front panel

In figura 8 è mostrato il *front panel* della MTBX. Sono presenti, da sinistra verso destra:

- **Pulsante di emergenza STO con autoritenuta**

Il pulsante è connesso in parallelo ai due ingressi *Enable Input with STO Function* presenti su ciascun modulo *stepper motor ST-151*. Alla sua attivazione, i segnali digitali di sicurezza ('safe') vengono interrotti, determinando la disattivazione quasi istantanea (circa 0,5,ms) dell'alimentazione ai moduli motore da parte del PLC, con conseguente attuazione di un ulteriore livello di protezione.

- **Pulsante di RESET errori**

Questo pulsante viene utilizzato per resettare le macchine a stati finite (*state machines*) che comandano il sistema IRIS in seguito a un evento di arresto causato dallo STO. Quando il pulsante STO viene attivato, l'alimentazione dei motori viene disabilitata internamente dal PLC e i moduli ST-151 entrano in stato di errore. Inoltre, come previsto dal codice, anche le varie macchine a stati entrano in uno stato di fault. Premendo il pulsante di reset, tutti gli errori vengono cancellati, riportando le macchine a stati in una condizione iniziale, pronta per il riavvio del sistema.

- **3 indicatori LED**

Utilizzati per visualizzare lo stato operativo del sistema (es. charge, irradiation, measurement).

- **Pulsante di accensione ON/OFF**

Permette di abilitare o disabilitare l'alimentazione generale della MTBX.

- **Ventola di raffreddamento**

Installata per garantire una corretta ventilazione interna del rack e mantenere la temperatura di esercizio entro limiti sicuri.

## 2.5 Back Panel

In figura 9 è mostrato il *back panel* della MTBX. I componenti principali presenti sono:

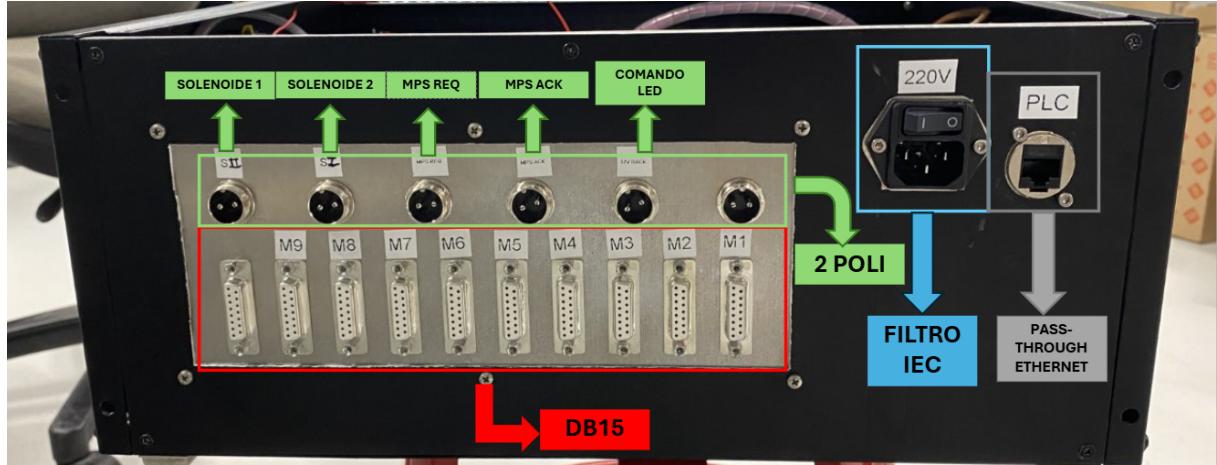


Figure 9: Back Panel

- **Filtro IEC**

Utilizzato per portare la tensione di rete (220 V AC) in ingresso agli alimentatori da 24 V – 180 W e 10 W.

- **Pass-through Ethernet**

Utilizzato per connettere il PLC alla rete di controllo. Il PLC deve rimanere costantemente collegato in rete, in quanto condivide parametri operativi con un'applicazione IOc EPICS, tramite la quale l'utente può inviare comandi al sistema attraverso un'interfaccia grafica (GUI) sviluppata in ambiente CS-Studio.

- **10 connettori di ingresso tipo DB15**

Questi connettori sono utilizzati per collegare i vari motori stepper ai moduli ST-151. Per ciascun ingresso sono cablati:

- Le due fasi del motore (4 cavi);
- Due finecorsa (4 cavi in totale).

Dei 10 ingressi disponibili, 9 risultano cablati e collegati ai rispettivi moduli motore; uno è mantenuto come riserva.

Uno schema più dettagliato del cablaggio è riportato in figura 10.

- **6 connettori circolari bipolari**

Utilizzati per le seguenti funzionalità:

- Comando di due attuatori (solenoidi);
- Comunicazione con l'MPS per richiedere l'autorizzazione all'azionamento del motore utilizzato per l'accoppiamento/disaccoppiamento della camera da vuoto;
- Ricezione dell'ACK da parte dell'MPS;
- Comunicazione con un rack secondario (esterno) per l'accensione del LED interno all'esperimento IRIS;
- Un connettore è lasciato libero per future implementazioni.



PIN #	COLORE	DESCRIZIONE
1	Marrone	LS 1 - PLC
3	Rosso	Fase A - PLC
4	Blu	Fase A\ - PLC
5	Nero	Fase B – PLC
6	Verde	Fase B\ - PLC
8	Marrone	LS 1 – 24V
9	Giallo	LS 2 -PLC
15	Bianco	LS 2 - 24V

Figure 10: Cablaggio connettore DB15